

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

MODEL MATEMATIKA JUMLAH PEROKOK DENGAN DINAMIKA AKAR KUADRAT DAN PENERAPAN DENDA

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada
Program Studi Matematika

Oleh :



SAFRIANDA
11354105543



UIN SUSKA RIAU

A RIAU

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2019**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

**MODEL MATEMATIKA JUMLAH PEROKOK DENGAN
DINAMIKA AKAR KUADRAT DAN
PENERAPAN DENDA**

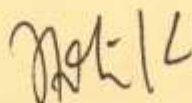
TUGAS AKHIR

Oleh :

SAFRIANDA
11354105543

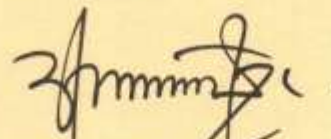
Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan tugas akhir
di Pekanbaru, 20 Desember 2019

Ketua Program Studi



Ari Pani Desvina, M.Sc
NIP. 19811225 200604 2 003

Pembimbing



Irma Suryani, M.Sc
NIK. 130517091

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS MODEL MATEMATIKA JUMLAH PEROKOK
DENGAN DINAMIKA AKAR KUADRAT DAN
PENERAPAN DENDA**

TUGAS AKHIR

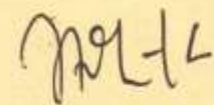
Oleh:

SAFRIANDA
11354105543

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal Desember 2019

Pekanbaru, Desember 2019
Mengesahkan

Ketua Program Studi



Ari Pani Desvina, M.Sc
NIP. 19811225 200604 2 003



Dekan



Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag
NIP. 19660604 1992203 1 004

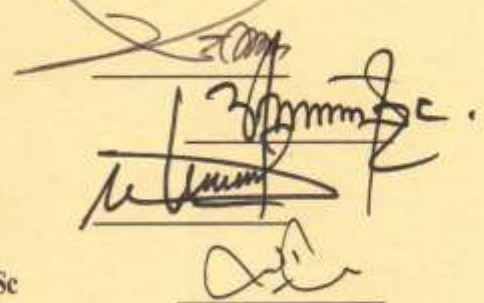
DEWAN PENGUJI

Ketua : Dr. Rado Yendra, M.Sc

Sekretaris : Irma Suryani, M.Sc

Anggota I : Mohammad Sholeh, M.Sc

Anggota II : Nilwan Andiraja, S.Pd., M.Sc





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

UIN SUSKA RIAU

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis di acu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, Desember 2019
Yang membuat pernyataan,

SAFRIANDA
11354105543

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(Qs.Ar-Ara'd : 11)

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan, rahmat, karunia dan kemudahan yang diberikan sehingga karya ini dapat terselesaikan, serta salawat dan salam selalu tercurah kepada Nabi Besar Muhammad SAW. Karya ini kupersembahkan sebagai tanda saying dan terimakasih kepada:

Kepada Kedua Orang tua ku yang tercinta Bapak Alisman dan Ibu Rosniati yang sangat saya sayangi dan tiada pernah hentinya selama ini memberiku limpahan kasih saying yang tulus, bimbingan, nasehat, arahan, pengorbanan yang tak tergantikan hingga ananda kuat menjalani rintangan hidup ini & dorongan serta doa yang selalu dipanjatkan setiap waktu untuk keberhasilan dan kesuksesanku.

Karya ini kubingkiskan untuk :
Adix- Adik ku (Novi, Indra, Irga, Putri dan melati) dan Semua Pihan Yang Telah member motivasi, dukungan, mengibur dan menyemangati setiap harinya.

Keluarga besar ku terimakasih banyak atas Doa, nasehat, dukungan dan motivasi yang tak pernah putus-putusnya.

Sahabat ku tercinta, Susandi , Trio Nanda, M. Eka Karnain Putra, Syahrul Raudi, dan Sukron Duha yang tulus menyayangiku, saling mendoakan, member semangat, saling memotivasi dan saling membantu baik dalam suka maupun duka.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

MODEL MATEMATIKA JUMLAH PEROKOK DENGAN DINAMIKA AKAR KUADRAT DAN PENERAPAN DENDA

SAFRIANDA
11354105543

Tanggal Sidang : Desember 2019
Periode Wisuda : September 2020

Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No.155 Pekanbaru

ABSTRAK

Pada tugas akhir ini dijelaskan tentang model matematika jumlah perokok dengan laju penyebaran perokok menggunakan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda. Pada Model ini diperoleh bentuk model matematikanya. Model ini membagi populasi menjadi empat subpopulasi, yaitu perokok potensial, perokok kadang-kadang, perokok berat, dan mantan perokok. Hasil yang diperoleh dari analisis model, yaitu terdapat satu titik ekuilibrium bebas perokok dan satu titik ekuilibrium endemik perokok. Kemudian dari kestabilan model jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda diperoleh kestabilan titik ekuilibrium endemik perokok. Berdasarkan simulasi perokok jika penerapan dendanya semakin besar maka subpopulasi perokok berat akan semakin cepat mengalami penurunan. Jika syarat terpenuhi, maka titik ekuilibrium endemik perokok akan stabil asimtotik, dan pada jangka waktu yang lama akan selalu terjadi penyebaran perokok.

Kata kunci : Model Matematika Jumlah Perokok, Stabil Asimtotik, Titik Ekuilibrium

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

MATHEMATICAL MODEL THE NUMBER OF SMOKERS WITH SQUARE ROOT DYNAMICS AND APPLICATION OF PENALTY

SAFRIANDA
11354105543

Date of Final Exam : 20 December 2019
Date of Graduation :

Department of Mathematics
Faculty of Sciences and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
St. HR. Soebrantas No.155 Pekanbaru

ABSTRACT

In this paper discusses about the mathematical model the number of smokers with square root dynamics and the application of penalty. In this model the objectives to be achieved are to obtain the form of a mathematical model. This model divides the population into four subpopulations, potential smokers, occasional smokers, heavy smokers and quit smokers. The results obtained from the analysis of models, there is one free smokers equilibrium state and the one smokers endemic equilibrium state. Then from the model stability the number of smokers with the dynamics of the square root and the application of penalty obtained the stability of the endemic equilibrium point of smokers. Based on simulations of smokers if the application of the greater penalty, the subpopulation of heavy smokers will decrease faster. If the condition are complete then the smoker's endemic equilibrium point will be asymptotically stable, and in the long term will always happen deployment smokers.

Keywords: *Asymptotically Stable, Equilibrium State, Mathematical Model the Number of Smoker.*

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warohmatullahi Wabarokatu.

Alhamdulillah robbil'amin, puji syukur penulis tuturkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“Model Matematika Jumlah Perokok dengan dengan Dinamika Akar Kuadrat dan Penerapan Denda”**. Shalawat beriring salam semoga tetap tercurahkan kepada nabi Muhammad SAW, karena dengan perjuangan beliau sehingga kita semua dapat merasakan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi seperti saat ini.

Rasa hormat dan terima kasih yang sangat besar penulis ucapkan kepada keluarga tercinta, Ayahanda dan ibunda yang tak hentinya mendoakan untuk kesuksesan, dan rasa sabar dan terus berusaha untuk mendapatkan suatu hasil yang baik, baik berupa materi maupun semangat yang tersirat disetiap sela-sela ucapan untuk kelancaran penulis dalam melakukan perkuliahan, dan motivasi dari saudara-saudaraku tercinta.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak sekali mendapat bimbingan, nasehat, arahan, masukan dan lain sebagainya dari berbagai pihak. Oleh sebab itu dengan setulus hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. KH. Akhmad Mujahidin, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag selaku Dekan serta Wakil Dekan beserta Karyawan/ti Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Ibu Ari Pani Desvina, M.Sc selaku Ketua Jurusan Matematika yang telah memberikan arahan kepada penulis.
4. Ibu Fitri Aryani, M.Sc selaku Sekretaris Jurusan Matematika dan Pembimbing tugas akhir yang telah memberikan arahan kepada penulis.
5. Bapak Mohammad Soleh, M.Sc dan Bapak Nilwa Andiraja, M.Sc selaku Penguji yang telah membantu memberikan kritikan dan saran serta dukungan dalam penulisan tugas akhir ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

6 Ibu Irma Suryani, M.Sc selaku Pembimbing tugas akhir yang telah banyak membantu, memberi bimbingan, memberi arahan, saran, motivasi, dukungan serta ilmunya dalam penulisan tugas akhir ini.

7 Semua Dosen Jurusan Matematika yang telah ikhlas memberikan ilmu, bimbingan dan nasehatnya selama ini kepada penulis.

8 Sahabatku (Roslaini, Bg Ocu, Bg Syu, Bg uya, Wan Latifah, Ilfan Mugari, Nurchan, Bg Ogel, yang telah memberikan semangat dan membantu penulis untuk terus berusaha dalam menyelesaikan tugas akhir ini), Teman seperjuangan jurusan Matematika angkatan 2013, 2014 yang telah memberikan semangat selama perkuliahan, semoga kita dapat meraih cita-cita yang kita inginkan.

9. Dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal ibadah dan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT.

Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini mungkin masih banyak kesalahan dan kekurangan, namun penulis sudah berusaha mendapatkan hasil yang maksimal. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritk dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun demi kesempurnaan tugas kahir ini.

Akhirnya penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pihak lain yang memerlukan.

Pekanbaru, Desember 2019

Penulis,

Safrianda

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

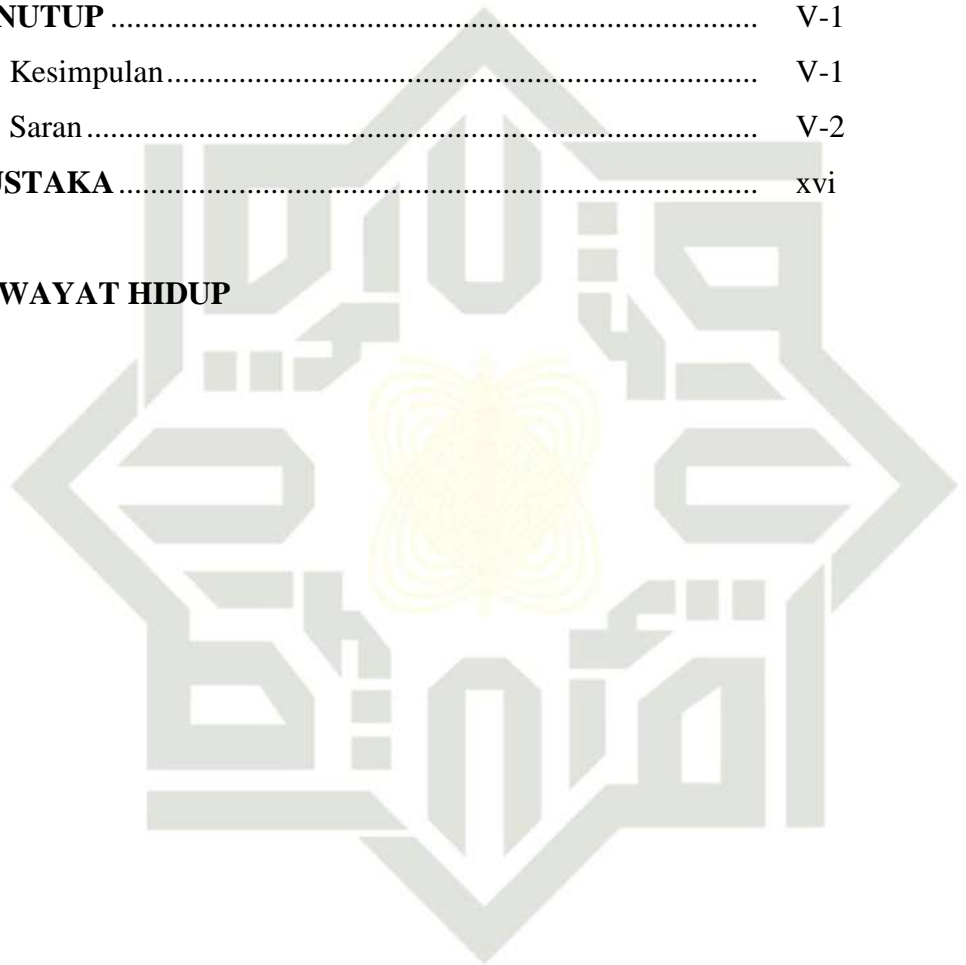
DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-4
1.6 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Perilaku Merokok	II-1
2.2 Sistem Persamaan Diferensial	II-6
2.3 Titik Ekuilibrium dan Analisa Kestabilan	II-8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	III-1
BAB IV PEMBAHASAN	IV-1
4.1 Model Matematika Jumlah Perokok.....	IV-1
4.2 Titik Ekuilibrium	IV-3
4.2.1 Titik Ekuilibrium Bebas Perokok	IV-4

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.2.2 Titik Ekuilibrium Endemik Perokok	IV-4
4.3 Kestabilan Titik Ekuilibrium	IV-7
4.3.1 Kestabilan Titik Ekuilibrium Endemik Perokok	IV-9
4.4 Simulasi	IV-12
4.4.1 Titik Ekuilibrium Endemik Perokok	IV-12
BAB V PENUTUP	V-1
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	



UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR SIMBOL

P	: Perokok Potensial
L	: Perokok Kadang-kadang
S	: Perokok Berat
Q	: Mantan Perokok
λ	: Laju individu yang berumur ≥ 10 tahun
β	: Laju kontak antara perokok potensial dengan perokok kadang-kadang
γ	: Laju perpindahan perokok kadang-kadang menjadi perokok berat
δ	: Laju perpindahan perokok berat menjadi mantan perokok
d	: Laju kematian yang disebabkan oleh rokok
μ	: Laju kematian alami
N	: Jumlah total populasi
$P(t)$: Subpopulasi perokok potensial pada saat t
$L(t)$: Subpopulasi perokok kadang-kadang pada saat t
$S(t)$: Subpopulasi perokok berat pada saat t
$Q(t)$: Subpopulasi mantan perokok perokok pada saat t
(P^*, L^*, S^*, Q^*)	: Titik ekuilibrium bebas perokok dan endemik perokok

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
3	Flowchart Metodologi Penelitian	III-3
4	Diagram Transfer Model Matematika Jumlah Perokok Dengan Dinamika Akar Kuadrat Dan Penerapan Denda	IV-2
4	Simulasi Titik Ekuilibrium Endemik Perokok Dengan Nilai $h = 0.25$	IV-15
4	Simulasi Titik Ekuilibrium Endemik Perokok Dengan Nilai $h = 0.50$	IV-15
4	Simulasi Titik Ekuilibrium Endemik Perokok Dengan Nilai $h = 0.75$	IV-16

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4. Nilai Parameter Untuk Endemik Perokok	IV-13





BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Indonesia berada pada peringkat ketiga dengan jumlah perokok aktif tertinggi di dunia. Kasubdit Penyakit Paru Kronik dan Gangguan Imunologi Kementerian Kesehatan, dr Theresia Sandra Diah Ratih mengatakan, lebih dari 60 juta penduduk di Indonesia adalah perokok aktif dari jumlah tersebut, kebanyakan perokok aktif berasal dari kalangan anak – anak usia 10 sampai 18 tahun (Theresia, 2018). Peningkatan masalah rokok berdampak pada semakin tingginya masalah kesehatan dan menyebabkan bertambahnya angka kematian akibat rokok. Pemerintah telah melakukan berbagai cara untuk mengatasi jumlah perokok, salah satunya membuat lokasi khusus bagi perokok, serta melakukan penyuluhan tentang bahaya merokok kepada masyarakat.

Sejak tahun 1999, melalui peraturan pemerintah Nomor 19 Tahun 2003 tentang pengamanan rokok bagi kesehatan, Indonesia telah memiliki peraturan untuk melarang orang merokok di tempat-tempat yang ditetapkan. Peraturan pemerintah tersebut memasukan peraturan kawasan tanpa rokok pada bagian enam pasal 22–25 memberikan kewenangan kepada pemerintah daerah untuk mewujudkan kawasan tanpa rokok. Namun peraturan tersebut masih belum menerapkan 100% kawasan bebas asap rokok karena masih dibolehkan membuat ruang khusus untuk merokok dengan ventilasi udara di tempat umum dan di tempat kerja.

Selanjutnya Undang Undang Nomor 36 Tahun 2009 Tentang kesehatan juga mencantumkan peraturan kawasan tanpa rokok pada bagian ketujuh belas, pengamatan Zat Adiktif Pasal 115 ayat (1) kawasan tanpa rokok antara lain, fasilitas pelayanan kesehatan, Tempat proses belajar mengajar, tempat ibadah, angkutan umum, tempat kerja dan tempat umum dan tempat lain yang ditetapkan. Lalu pada ayat (2) pemerintah daerah wajib menetapkan kawasan tanpa rokok di wilayahnya sehingga menindak lanjuti pasal 25 peraturan pemerintah Nomor 19

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tahun 2003 tersebut, beberapa pemerintah daerah telah mengeluarkan kebijakan kawasan tanpa rokok antara lain yaitu, DKI Jakarta dan Kota Bogor.

Beberapa peneliti telah banyak melakukan pengembangan model matematika tentang peningkatan jumlah perokok ini, diantaranya M. V. Anggraini, dkk. (2013) dalam jurnalnya yang berjudul “ *Analisis Model Matematika Jumlah Perokok Dengan Dinamika Akar Kuadrat*” dimana dalam jurnal tersebut didapat interaksi antara perokok potensial dan perokok berat lebih mempengaruhi untuk merokok daripada interaksi perokok potensial dan perokok kadang-kadang. Selanjutnya, Fitri Yessi Jami, dkk (2013) pada jurnalnya yang berjudul “*Model Matematika Pencegahan Pertambahan Jumlah Perokok dengan Penerapan Denda*”. Dari jurnal tersebut diperoleh bahwa dengan membatasi tempat-tempat bagi orang untuk merokok dan memperkecil tingkat berhasilnya kontak antara perokok dengan orang yang potensial menjadi perokok dan semakin besar efektifitas denda yang diberikan kepada perokok maka akan semakin banyak orang yang insyaf dari kebiasaan merokok.

Sebelumnya juga ada Tugas Akhir (TA), Deli sazmita, (2016) pada tugas akhirnya yang berjudul “*Analisis Model Matematika Jumlah Perokok Dengan Dinamika Akar Kuadrat dan Faktor Migrasi*”. Tugas akhir tersebut membahas tentang jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dengan ada penambahan populasi faktor migrasi. Kemudian Tugas Akhir (TA) Ifnur Haniva, (2016) pada tugas akhirnya yang berjudul “ *Analisis Model Matematika Jumlah Perokok Dengan Nonlinear Incidence Rate dan Penerapan Denda*”. Tugas akhir tersebut membahas tentang lajunya penyebaran jumlah perokok menggunakan *nonlinear incidence rate dan penerapan denda*. Kedua Tugas Akhir tersebut sama - sama menggunakan model A. Zeb, G. Zaman, dan S. Momani (2013) yang dalam jurnalnya berjudul “*Square-root Dynamics of Giving up Smoking Model, Applied Mathematical Modelling*”. Jurnal ini membahas dinamika akar kuadrat dalam memodelkan jumlah perokok dengan konstruksi model menjadi empat kompartemen (subpopulasi).

Berdasarkan latar belakang di atas penulis tertarik untuk mengkaji ulang model matematika jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan faktor

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

migrasi pada tugas akhir Deli sazmita namun dengan mengganti faktor migrasi dengan penerapan denda yang ada pada tugas akhir Ifnur Haniva dengan sama-sama menggunakan model A. Zeb, G. Zaman, dan S. Momani (2013). Jadi penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul **“Analisis Model Matematika Jumlah Perokok Dengan Dinamika Akar Kuadrat dan Penerapan Denda”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana bentuk pemodelan matematika pada jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda?
2. Bagaimana titik ekuilibrium model matematika jumlah perokok pada saat populasi bebas perokok dan endemik perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda?
3. Bagaimana kestabilan pada titik ekuilibrium model matematika jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda?

1.3 Batasan Masalah

Pembahasan pada penelitian ini disusun dengan batasan-batasan yang hanya membahas mengenai model matematika pada jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda, kemudian pada suatu wilayah, tanpa memperhatikan luas wilayah, jenis kelamin, dan populasi bersifat tertutup.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Memperoleh bentuk model matematika pada jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda.
2. Memperoleh titik ekuilibrium model matematika jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Memperoleh Kestabilan model jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

Memahami kestabilan model jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda.

Menambah wawasan baru yang dapat digunakan sebagai acuan untuk mengatasi permasalahan jumlah perokok.

Mengetahui penerapan ilmu matematika dalam dunia nyata.

Mengetahui kestabilan dari titik ekuilibrium model matematika jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini mencakup 5 bab yaitu:

BAB I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori

Bab ini menjelaskan tentang teori yang mendukung dalam pembahasan tugas akhir ini.

BAB III Metodologi Penulisan

Bab ini tentang rancangan atau bentuk penelitian mengenai model matematika penyebaran jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda.

BAB IV Pembahasan

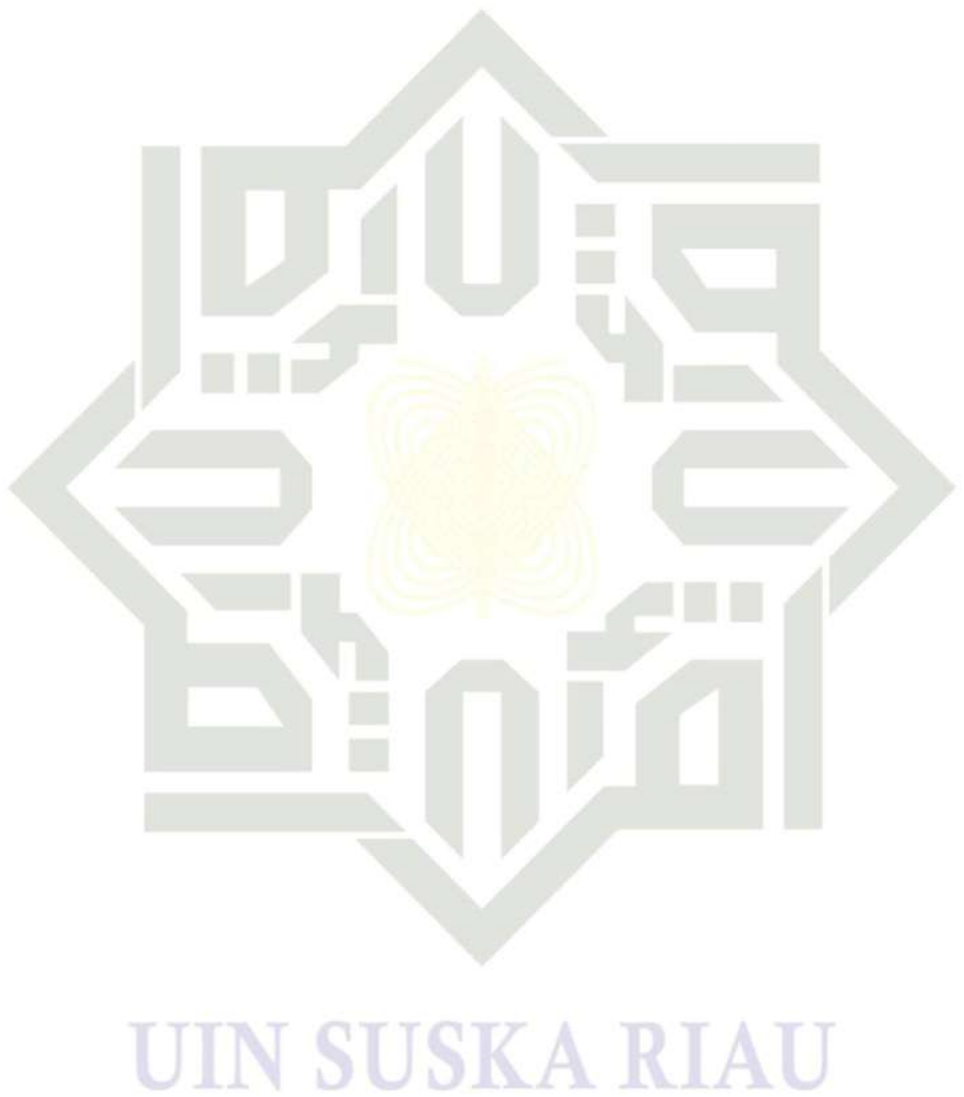
Bab ini berisi tentang penjelasan model matematika jumlah Perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda, memperoleh titik ekuilibrium dan kestabilan dari model tersebut.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB V Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari semua pembahasan dan saran.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2.1 Perilaku Perokok

Perilaku merokok setiap individu berbeda-beda. Terdapat berbagai istilah sendiri pada setiap perilaku merokok. Berikut ini beberapa pola perilaku merokok dari seorang perokok :

a. Perokok (*smoker*) adalah seseorang yang merokok produk tembakau baik setiap hari maupun tidak setiap hari. Perokok dapat dibagi lagi menjadi dua kategori, yaitu *Daily Smokers* (perokok harian), adalah seseorang yang merokok produk tembakau minimal satu batang setiap hari. Perokok yang merokok setiap hari namun tidak merokok pada saat-saat tertentu misalnya pada waktu puasa (ritual keagamaan) masih diklasifikasikan sebagai perokok harian. *Occasionally Smokers* (perokok kadang-kadang), adalah seseorang yang merokok namun tidak setiap hari. *Occasionally smokers* meliputi:

- i). *Reducers* (perokok yang mengurangi jumlah rokok), yaitu perokok yang pernah merokok setiap hari namun sekarang tidak merokok setiap hari.
- ii). *Continuing occasional*, yaitu perokok yang tidak pernah merokok setiap hari dan telah merokok 100 batang atau lebih rokok (atau tembakau dalam jumlah yang setara), dan sekarang kadang-kadang merokok.
- iii). *Eksperimenters*, yaitu perokok yang telah merokok kurang dari 100 batang rokok (atau tembakau dalam jumlah yang setara) dan sekarang kadang-kadang merokok.

b. Bukan perokok (*non-smoker*) adalah seseorang pada saat penelitian dilakukan, tidak merokok sama sekali. Bukan perokok dapat dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

- i). *Ex-smoker* (mantan perokok), adalah seseorang yang pernah merokok setiap hari namun sekarang tidak merokok sama sekali.
- ii). *Never smokers* (tidak pernah merokok), adalah seseorang yang tidak pernah merokok sama sekali atau pernah merokok dan kurang dari 100

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

batang rokok (atau tembakau dalam jumlah yang setara) namun sekarang tidak merokok.

- iii). *Ex-occasional smoker* (mantan perokok kadang-kadang), adalah seseorang yang dahulu perokok kadang-kadang dan telah merokok 100 batang rokok atau lebih, namun sekarang tidak merokok.

Perilaku merokok ada 4 tipe, yaitu :

- a. Tipe perokok yang dipengaruhi oleh perasaan positif. Dengan merokok seseorang merasakan penambahan rasa yang positif. Tipe perokok ini dibagi lagi menjadi 3 sub tipe yaitu :

- i). *Pleasure relaxation*, perilaku merokok hanya untuk menambah atau meningkatkan kenikmatan yang sudah didapat, misalnya merokok setelah minum kopi atau makan.
- ii). *Stimulation to pick them up*. Perilaku merokok hanya dilakukan sekedar untuk menyenangkan perasaan.
- iii). *Pleasure of handling the cigarette*. Kenikmatan yang diperoleh dengan memegang rokok. Sangat spesifik pada perokok pipa. Perokok pipa akan menghabiskan waktu untuk mengisi pipa dengan tembakau sedangkan untuk menghisapnya hanya dibutuhkan waktu beberapa menit saja. Atau perokok lebih senang berlama-lama untuk memainkan rokoknya dengan jari-jarinya lama sebelum ia nyalakan dengan api.

- b. Perilaku merokok yang dipengaruhi oleh perasaan negatif. Banyak orang yang menggunakan rokok untuk mengurangi perasaan negatif, misalnya bila ia marah, cemas, gelisah, rokok dianggap sebagai penyelamat. Mereka menggunakan rokok bila perasaan tidak enak terjadi, sehingga terhindar dari perasaan yang lebih tidak enak.

- c. Perilaku merokok yang adiktif. Perilaku ini dapat disebut sebagai *Psychological Addiction*. Mereka yang sudah adiksi, akan menambah dosis rokok yang digunakan setiap saat setelah efek dari rokok yang dihisapnya berkurang. Mereka umumnya akan pergi keluar rumah membeli rokok, walau tengah malam sekalipun, karena ia khawatir kalau rokok tidak tersedia setiap saat ia menginginkannya.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

d. Perilaku merokok yang sudah menjadi kebiasaan. Mereka menggunakan rokok sama sekali bukan karena untuk mengendalikan perasaan mereka, tetapi karena benar-benar sudah menjadi kebiasaannya rutin. Dapat dikatakan pada orang-orang tipe ini merokok sudah merupakan suatu perilaku yang bersifat otomatis, seringkali tanpa dipikirkan dan tanpa disadari. Ia menghidupkan api rokoknya bila rokok yang terdahulu telah benar-benar habis.

Terdapat 4 tahap dalam perilaku merokok sehingga menjadi perokok, yaitu :

- a. Tahap *preparatory*. Seseorang mendapatkan gambaran yang menyenangkan mengenai merokok dengan cara melihat atau membaca. Hal ini menimbulkan minat untuk merokok.
- b. Tahap *initiation*. Tahap perintisan merokok di mana tahap seseorang akan meneruskan ataukah tidak terhadap perilaku merokok.
- c. Tahap *becoming a smoker*. Tahap di mana seseorang mulai menjadi perokok yang di tandai seseorang telah mengkonsumsi rokok sebanyak 4 batang per hari.
- d. Tahap *maintenance of smoking*. Tahap ini merokok sudah menjadi salah satu bagian dari cara pengaturan diri (*self-regulating*). Merokok dilakukan untuk memperoleh efek fisiologis yang menyenangkan.

Merokok dapat menyebabkan berbagai macam penyakit. Bagi yang sudah terbiasa merokok, mungkin berhenti merokok akan menjadi sangat susah. Tetapi, itu bukan sebagai alasan, bisa dicoba secara perlahan untuk berhenti merokok dan terus menganalisis perilaku merokok pada diri sendiri.

Penerapan denda bisa menjadi salah satu cara untuk menurunkan angka perokok. Denda adalah bentuk sanksi atau hukuman yang melibatkan uang yang harus dibayar dalam jumlah tertentu. Sebagai hukuman, denda hanyalah salah satu cara untuk membuat perokok menjadi jera. Selain itu, denda dapat merubah perilaku masyarakat untuk hidup sehat, meningkatkan produktivitas kerja yang optimal, mewujudkan kualitas udara yang sehat dan bersih dari asap rokok, serta mewujudkan generasi muda yang sehat.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Sistem Persamaan Diferensial

Persamaan diferensial adalah persamaan yang memuat satu atau lebih bentuk turunan (diferensial). Menurut banyaknya variabel bebas persamaan diferensial dibedakan menjadi 2, yaitu persamaan diferensial biasa dan persamaan diferensial parsial. Persamaan diferensial biasa adalah persamaan diferensial yang hanya mempunyai satu peubah bebas, peubah bebas biasanya disimbolkan dengan x (Rinaldi, 2013). Sedangkan persamaan diferensial parsial adalah persamaan diferensial yang mempunyai lebih dari satu peubah bebas. Turunan fungsi terhadap setiap peubah bebas dilakukan secara parsial.

Secara umum persamaan diferensial linier orde n berbentuk :

$$a_0(x) \frac{d^n y}{dx^n} + a_1(x) \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \dots + a_{n-1}(x) \frac{dy}{dx} + a_n(x)y = b(x). \quad (2.1)$$

Sedangkan persamaan diferensial nonlinear adalah persamaan yang tidak dalam bentuk Persamaan (2.1).

Apabila terdapat beberapa persamaan diferensial, maka akan membentuk suatu sistem persamaan diferensial. Bentuk umum dari suatu sistem persamaan diferensial orde pertama sebagai berikut (Kreyszig, 2011) :

$$\begin{aligned} y_1' &= f_1(t, y_1, y_2, \dots, y_n) \\ y_2' &= f_2(t, y_1, y_2, \dots, y_n) \\ &\vdots \\ y_n' &= f_n(t, y_1, y_2, \dots, y_n) \end{aligned} \quad (2.2)$$

Persamaan diferensial (2.2) bisa ditulis sebagai persamaan vektor dengan vektor kolom $\mathbf{y} = [y_1, y_2, \dots, y_n]^T$ dan $\mathbf{f} = [f_1, f_2, \dots, f_n]^T$. Sistem persamaan diferensial (2.2) dapat ditulis sebagai :

$$\mathbf{y}' = \mathbf{f}(t, \mathbf{y}). \quad (2.3)$$

Solusi dari (2.3) adalah sekumpulan fungsi terdiferensial dari n pada suatu interval $a < t < b$

$$y_1 = h_1(t), \dots, y_n = h_n(t),$$

yang memenuhi (2.3) pada interval $a < t < b$.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sistem persamaan diferensial (2.2) adalah sistem linear jika fungsi linear dalam y_1, y_2, \dots, y_n , dapat ditulis sebagai berikut :

$$\begin{aligned} y_1' &= a_{11}(t)y_1 + a_{12}(t)y_2 + \dots + a_{1n}(t)y_n + g_1(t) \\ &\vdots \\ y_n' &= a_{n1}(t)y_1 + a_{n2}(t)y_2 + \dots + a_{nn}(t)y_n + g_n(t) \end{aligned} \quad (2.4)$$

Persamaan (2.4) dapat ditulis menjadi :

$$\mathbf{y}' = \mathbf{A}\mathbf{y} + \mathbf{g}, \quad (2.5)$$

dengan

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{g} = \begin{bmatrix} g_1 \\ \vdots \\ g_n \end{bmatrix}$$

Sistem disebut homogen jika $\mathbf{g} = \mathbf{0}$, sehingga

$$\mathbf{y}' = \mathbf{A}\mathbf{y}. \quad (2.6)$$

Jika $\mathbf{g} \neq \mathbf{0}$, maka Sistem (2.5) disebut nonhomogen.

2.3 Titik Ekuilibrium dan Analisa Kestabilan

Definisi 2.1 (Perko, 2001) titik $x^* \in R^n$ disebut titik keseimbangan (titik *equilibrium*) dari suatu Sistem persamaan diferensial yaitu:

$$\dot{x} = f(x) \quad (2.7)$$

Jika $f(x^*) = 0$.

Terdapat dua titik ekuilibrium dalam model matematika penyebaran perokok, yaitu titik ekuilibrium bebas perokok dan titik ekuilibrium endemik perokok. Titik ekuilibrium bebas perokok terjadi jika dalam suatu populasi tidak terdapat individu yang perokok dan titik ekuilibrium endemik perokok, yaitu keadaan dalam populasi tersebut selalu terdapat individu yang perokok.

Sedangkan kestabilan titik ekuilibrium dapat dijelaskan menggunakan definisi berikut ini:

Definisi 2.2 (Perko, 2001) Titik ekuilibrium $x^* \in R^n$ dari Sistem (2.7)

dikatakan:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

1. Stabil jika untuk setiap $\varepsilon > 0$ terdapat $\delta > 0$ sedemikian hingga untuk setiap solusi $x(t)$ yang memenuhi $\|x(t_0) - x^*\| < \delta$ berlaku $\|x(t) - x^*\| < \varepsilon$ untuk setiap $t \geq t_0$.

2. Stabil asimtotik jika titik equilibrium $x^* \in R^n$ stabil dan terdapat bilangan $\delta_0 > 0$ sehingga untuk setiap solusi $x(t)$ yang memenuhi $\|x(t_0) - x^*\| < \delta_0$ maka berlaku $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = x^*$.

3. Tidak stabil jika titik equilibrium $x^* \in R^n$ tak memenuhi ke dua syarat diatas.

Untuk menguji apakah titik ekuilibrium stabil atau tidak, maka digunakan kriteria nilai eigen dan kriteria Routh-Hurwitz.

Kestabilan titik ekuilibrium x^* dapat ditentukan dengan memperhatikan nilai-nilai eigen, yaitu $\lambda_i, i = 1, 2, \dots, n$ yang diperoleh dari persamaan karakteristik.

Teorema 2.1 (M. Braun, 1983) Diberikan persamaan diferensial $\dot{x} = Ax$ dengan A adalah matriks berukuran $n \times n$ memiliki k nilai eigen yang berbeda $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ dengan $k \leq n$.

a. Titik ekuilibrium x^* dikatakan stabil asimtotis, jika dan hanya jika $\Re(\lambda_i) < 0$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, k$.

b. Titik ekuilibrium x^* dikatakan stabil, jika dan hanya jika $\Re(\lambda_i) \leq 0$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, k$.

c. Titik ekuilibrium x^* dikatakan tidak stabil, jika dan hanya jika $\Re(\lambda_i) > 0$ untuk beberapa $i = 1, 2, \dots, k$.

Contoh 2.1 Diberikan sistem persamaan differensial sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= -x_1 \\ \frac{dx_2}{dt} &= -x_2\end{aligned}$$

Tentukan titik ekulibrium dan kestabilan dari sistem tersebut:

Jawab:

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\frac{dx_1}{dt} = 0$$

$$-x_1^* = 0$$

$$x_1^* = 0$$

$$\frac{dx_2}{dt} = 0$$

$$-x_2^* = 0$$

$$x_2^* = 0$$

Didapat titik ekulibriumnya $(x_1^*, x_2^*) = (0, 0)$, Kestabilan titik $(0, 0)$ dapat ditentukan dengan menghitung nilai eigen sistem tersebut.

Diketahui sistem persamaan differensial dimana:

$$\frac{dx_1}{dt} = -x_1$$

$$\frac{dx_2}{dt} = -x_2$$

Didapat matriks A sebagai berikut:

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

Akan dicari nilai eigen dari matriks diatas:

$$\det(\lambda I - A) = 0$$

$$\det \left(\begin{bmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \lambda \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) = 0$$

$$\det \left(\begin{bmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \lambda \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) = 0$$

$$\det \left(\begin{bmatrix} \lambda + 1 & 0 \\ 0 & \lambda + 1 \end{bmatrix} \right) = 0$$

Sehingga didapatkan persamaan karekteristiknya sebagai berikut:

$$(\lambda + 1)(\lambda + 1) - 0 = 0$$

$$\lambda_{1,2} = -1$$

Maka berdasarkan Teorema 2.1 dapat disimpulkan titik ekulibrium $(0, 0)$ stabil asimtotik karena nilai $\Re(\lambda_{1,2}) < 0$.

Apabila nilai eigen dari persamaan karakteristik suatu sistem tidak dapat ditentukan dengan mudah, maka dapat digunakan kriteria Routh-Hurwitz.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Teorema 2.2 (Allen, 2006) Jika diberikan persamaan karakteristik, yaitu :

$$P(\lambda) = \lambda^n + a_1\lambda^{n-1} + \dots + a_{n-1}\lambda + a_n,$$

dimana a_j adalah koefisien yang merupakan bilangan real, $j = 1, 2, \dots, n$. Diperoleh matriks Hurwitz menggunakan koefisien a_j dari persamaan polinomial karakteristik yang didefinisikan sebagai berikut :

$$H_1 = (a_1), \quad H_2 = \begin{pmatrix} a_1 & 1 \\ a_3 & a_2 \end{pmatrix}, \quad H_3 = \begin{pmatrix} a_1 & 1 & 0 \\ a_3 & a_2 & a_1 \\ a_5 & a_4 & a_3 \end{pmatrix},$$

$$H_n = \begin{pmatrix} a_1 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ a_3 & a_2 & a_1 & 1 & \dots & 0 \\ a_5 & a_4 & a_3 & a_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & a_2 \end{pmatrix}$$

dimana $a_j = 0$ jika $j > n$.

Akar-akar dari persamaan karakteristik polinomial $P(\lambda)$ adalah negatif atau memiliki bagian real negatif jika dan hanya jika determinan dari semua matriks Hurwitz adalah positif :

$$\det(H_j) > 0, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Ketika $n = 2$ kriteria Routh-Hurwitz untuk $\det H_1 = a_1 > 0$ dan

$$\det H_2 = \det \begin{pmatrix} a_1 & 1 \\ 0 & a_2 \end{pmatrix} = a_1 a_2 > 0 \text{ atau } a_1 > 0 \text{ dan } a_2 > 0$$

Berdasarkan kriteria Routh-Hurwitz untuk polinomial berderajat $n = 2, 3, 4$, dan 5 , dinyatakan bahwa titik ekuilibrium stabil, jika :

$$n = 2 : a_1 > 0 \text{ dan } a_2 > 0$$

$$n = 3 : a_1 > 0, \quad a_3 > 0 \text{ dan } a_1 a_2 > a_3$$

$$n = 4 : a_1 > 0, \quad a_3 > 0, \quad a_4 > 0, \text{ dan } a_1 a_2 a_3 > a_3^2 + a_1^2 a_4$$

$$n = 5 : a_i > 0, i = 1, 2, 3, 4, 5, \quad a_1 a_2 a_3 > a_3^2 + a_1^2 a_4, \text{ dan } (a_1 a_4 - a_3^2)(a_1 a_2 a_3 - a_3^2 - a_1^2 a_4) > a_5(a_1 a_2 - a_3)^2 + a_1 a_5^2.$$

Contoh 2.1

Salidiki apakah persamaan karakteristik di bawah termasuk kriteria Routh-Hurwitz ?

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berdasarkan persamaan di atas, maka didapat $a_1 = 6, a_2 = 3, a_3 = 2$. Kemudian nilai j dari persamaan karakteristik di atas adalah 3, sehingga matriks Hurwitznya hanya sampai a_5 . Akan dibuktikan semua determinan matriks Hurwitznya adalah positif.

Untuk $H_1 = (a_1) = (6)$, karena 6 positif, sehingga didapat $\det H_1 = |6| > 0$.

Untuk $H_2 = \begin{pmatrix} a_1 & 1 \\ a_3 & a_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & 1 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$, sehingga didapat $\det H_2 = \begin{vmatrix} 6 & 1 \\ 2 & 3 \end{vmatrix} > 0$.

Untuk $H_3 = \begin{pmatrix} a_1 & 1 & 0 \\ a_3 & a_2 & a_1 \\ a_5 & a_4 & a_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & 6 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$, sehingga didapat

$$\det H_3 = \begin{vmatrix} 6 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & 6 \\ 0 & 0 & 2 \end{vmatrix} = 32 > 0.$$

Karena, semua determinan matriks Hurwitznya positif, maka persamaan karakteristik di atas memenuhi kriteria Routh-Hurwitz dan dapat dinyatakan stabil.

Untuk suatu sistem persamaan diferensial nonlinear, analisis kestabilan dilakukan melalui pelinearan. Misalkan diberikan sistem persamaan diferensial biasa nonlinear sebagai berikut :

$$\dot{x} = f(x), \quad x \in R^n. \quad (2.8)$$

Dengan menggunakan ekspansi Taylor untuk suatu titik ekuilibrium x^* , maka Sistem (2.8) dapat ditulis sebagai berikut :

$$\dot{x} = J(x) + \varphi(x), \quad (2.9)$$

dengan J adalah matriks Jacobi yang dinyatakan sebagai berikut :

$$J = \frac{\partial f}{\partial x}(x^*)$$

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1} & \frac{\partial f_n}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n} \end{bmatrix}, \quad (2.10)$$

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

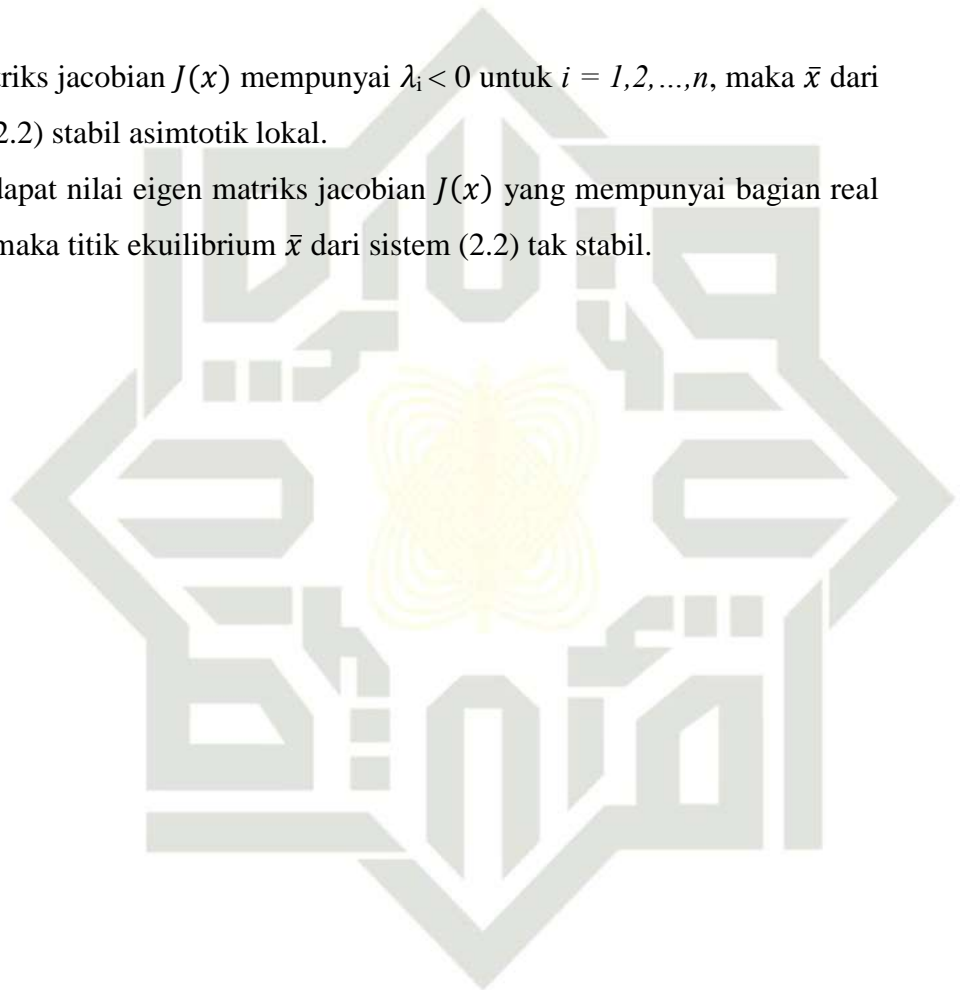
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dan $\varphi(x)$ adalah suku berorde tinggi yang bersifat $\lim_{x \rightarrow 0} \varphi(x) = 0$, dengan $J(x)$ pada Sistem (2.9) disebut pelinearan dari Sistem (2.8) yang didapat dalam bentuk $\dot{x} = J(x)$.

Teorema 2.3 (Perko, 1991) Selanjutnya akan diberikan teorema tentang sifat kestabilan lokal dari sistem (2.10) yang ditinjau dari nilai eigen matriks jacobian $J(x)$.

- a. Jika matriks jacobian $J(x)$ mempunyai $\lambda_i < 0$ untuk $i = 1, 2, \dots, n$, maka \bar{x} dari sistem (2.2) stabil asimtotik lokal.
- b. Jika terdapat nilai eigen matriks jacobian $J(x)$ yang mempunyai bagian real positif, maka titik ekuilibrium \bar{x} dari sistem (2.2) tak stabil.



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan penulis pada tugas akhir ini adalah dengan cara studi literatur, yaitu mempelajari buku-buku atau jurnal-jurnal yang berkaitan dengan pokok permasalahan. Prosedur penelitian diawali dengan populasi perokok yang terdiri dari empat kompartemen (subpopulasi), yakni perokok potensial (P), perokok kadang-kadang (L), perokok berat (S), dan mantan perokok (Q).

Untuk lebih detailnya, langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi Parameter dan Variabel yang digunakan dalam model.

No	Parameter dan Variabel	Keterangan
1	P	Perokok potensial
2	L	Perokok kadang-kadang
3	S	Perokok berat
4	Q	Mantan perokok
5	μ	Laju kematian alami
6	D	Laju kematian disebabkan oleh rokok
7	$\beta_1 \sqrt{PL}$	Laju kontak <i>dinamika akar kuadrat</i> antara perokok potensial dengan perokok kadang - kadang
8	δ	Laju berhenti dari merokok
9	H	Laju efektifitas denda
10	λ	Individu yang berumur ≥ 10 tahun
11	γ	Laju berkurangnya perokok kadang-kadang

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Membuat asumsi-asumsi yang melibatkan variable dan parameter, dalam penelitian ini penulis mengasumsikan bahwa:

- a. Populasi bersifat tertutup, di mana dalam populasi tidak terjadi proses migrasi, perubahan pada jumlah populasi hanya disebabkan oleh kelahiran dan kematian,
- b. Individu yang masuk ke populasi adalah individu yang berusia ≥ 10 tahun ke atas.
- c. Individu yang tidak merokok akan menjadi seorang perokok, karena berinteraksi dengan perokok kadang-kadang. Seorang individu akan berhenti merokok ketika sebelumnya individu tersebut merupakan perokok berat.
- d. Jumlah rokok yang dikonsumsi setiap hari tidak dipertimbangkan.
- e. Individu yang sudah berhenti merokok tidak akan merokok lagi.
- f. Kematian karena merokok dipertimbangkan baik pada perokok aktif maupun pada perokok pasif.
- g. Penularan kebiasaan merokok terjadi karena adanya interaksi antara kelompok perokok potensial dengan perokok.
- h. Efektifitas denda yang diberikan konstan.

3. Diberikan model Zeb, dkk sebagai berikut :

$$\frac{dP}{dt} = \lambda - \beta_1 \sqrt{PL} - (c + \mu) P \quad (3.1)$$

$$\frac{dL}{dt} = \beta_1 \sqrt{PL} - (c + \mu + \gamma) L \quad (3.2)$$

$$\frac{dS}{dt} = \gamma L - (c + \mu + \delta_1) S \quad (3.3)$$

$$\frac{dQ}{dt} = \delta_1 S - (c + \mu) Q \quad (3.4)$$

4. Dari Model Zeb, dkk di atas dengan menambahkan h sebagai laju efektifitas denda.

$$\frac{dP}{dt} = \lambda - \beta \sqrt{PL}(1 - h) - (\mu + d)P$$

$$\frac{dL}{dt} = \beta \sqrt{PL} (1 - h) - \gamma L (1 - h) - (\mu + d)L$$

$$\frac{dS}{dt} = \gamma L (1 - h) - \delta S (1 + h) - (\mu + d)S$$

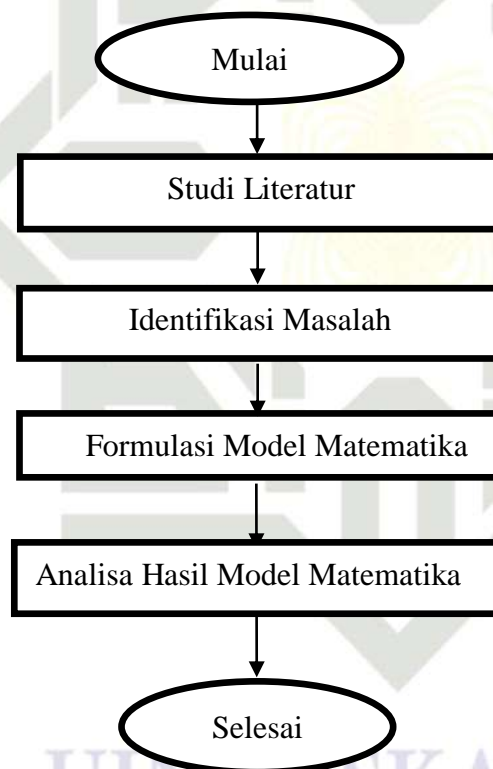
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\frac{dQ}{dt} = \delta S (1 + h) - (\mu + d)Q$$

5. Menentukan titik ekuilibrium dari model yang dibuat, terdapat titik ekuilibrium bebas perokok dan endemik perokok.
6. Menganalisa kestabilan dari titik ekuilibrium yang telah didapat dengan melakukan linearisasi dan menentukan *Matriks Jacobian*, serta menentukan kestabilan menggunakan kriteria Routh-Hurwitz.
7. Membuat simulasi numerik menggunakan *software Maple*.
8. Menyimpulkan hasil yang diperoleh secara keseluruhan.

Berdasarkan langkah-langkah penelitian di atas, maka secara singkat dapat digambarkan dengan *flowchart* sebagai berikut :



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB V PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

Model matematika jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda, yaitu:

$$\frac{dP}{dt} = \lambda - \beta\sqrt{PL}(1-h) - (\mu + d)P$$

$$\frac{dL}{dt} = \beta\sqrt{PL}(1-h) - \gamma L(1-h) - (\mu + d)L$$

$$\frac{dS}{dt} = \gamma L(1-h) - \delta S(1+h) - (\mu + d)S$$

$$\frac{dQ}{dt} = \delta S(1+h) - (\mu + d)Q$$

dengan $N = P + L + S + Q$ yang merupakan jumlah populasi keseluruhan, dimana terdiri dari subpopulasi perokok potensial (P), subpopulasi perokok kadang-kadang (L), subpopulasi perokok berat (S), dan subpopulasi mantan perokok (Q) dimana individu yang sudah berhenti merokok tidak akan merokok kembali. Kemudian adanya penerapan denda pada individu yang perokok.

Pada model matematika jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda diperoleh 2 titik ekuilibrium, yaitu:

- a. Titik ekuilibrium bebas perokok $(\hat{P}, \hat{L}, \hat{S}, \hat{Q}) = \left(\frac{\lambda}{(\mu+d)}, 0, 0, 0\right)$.
- b. Titik ekuilibrium endemik perokok

$$P = \frac{\lambda(\gamma(1-h) - (\mu + d))^2}{\left(\beta^2(\gamma(1-h) - (\mu + d)(1-h)) + (\gamma(1-h) + (\mu + d))^2(\mu + d)\right)}$$

$$L = \frac{\lambda\beta^2(1-h)^2}{\left(\beta^2(\gamma(1-h) - (\mu + d)(1-h)) + (\gamma(1-h) + (\mu + d))^2(\mu + d)\right)}$$

$$S = \frac{(\gamma(1-h))(\lambda\beta^2(1-h)^2)}{\left(\left(\beta^2(\gamma(1-h) - (\mu + d)(1-h)) + (\gamma(1-h) + (\mu + d))^2(\mu + d)\right)((\delta(1+h) + (\mu + d)))\right)}$$

$$Q = \frac{(\delta(1+h))((\gamma(1-h))(\lambda\beta^2(1-h)^2))}{\left(\left(\beta^2(\gamma(1-h) - (\mu + d)(1-h)) + (\gamma(1-h) + (\mu + d))^2(\mu + d)\right)((\delta(1+h) + (\mu + d)))((\mu + d))\right)}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3 Terdapat kestabilan titik ekuilibrium pada model matematika jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan penerapan denda, yaitu titik ekuilibrium endemik perokok stabil asimtotik lokal, berarti untuk jangka waktu yang lama dalam populasi akan selalu terjadi penyebaran perokok.

4 Pada simulasi dapat disimpulkan bahwa Berdasarkan gambar 4.2, 4.3 dan 4.4 jumlah subpopulasi perokok potensial mengalami peningkatan karena adanya penambahan dari individu yang berumur ≥ 10 tahun ke dalam subpopulasi potensial. Subpopulasi perokok kadang-kadang mengalami penurunan karena bertambahnya besar denda sehingga kemungkinan untuk berhenti merokok lebih besar dan juga karena kematian yang disebabkan oleh rokok dan juga kematian alami.

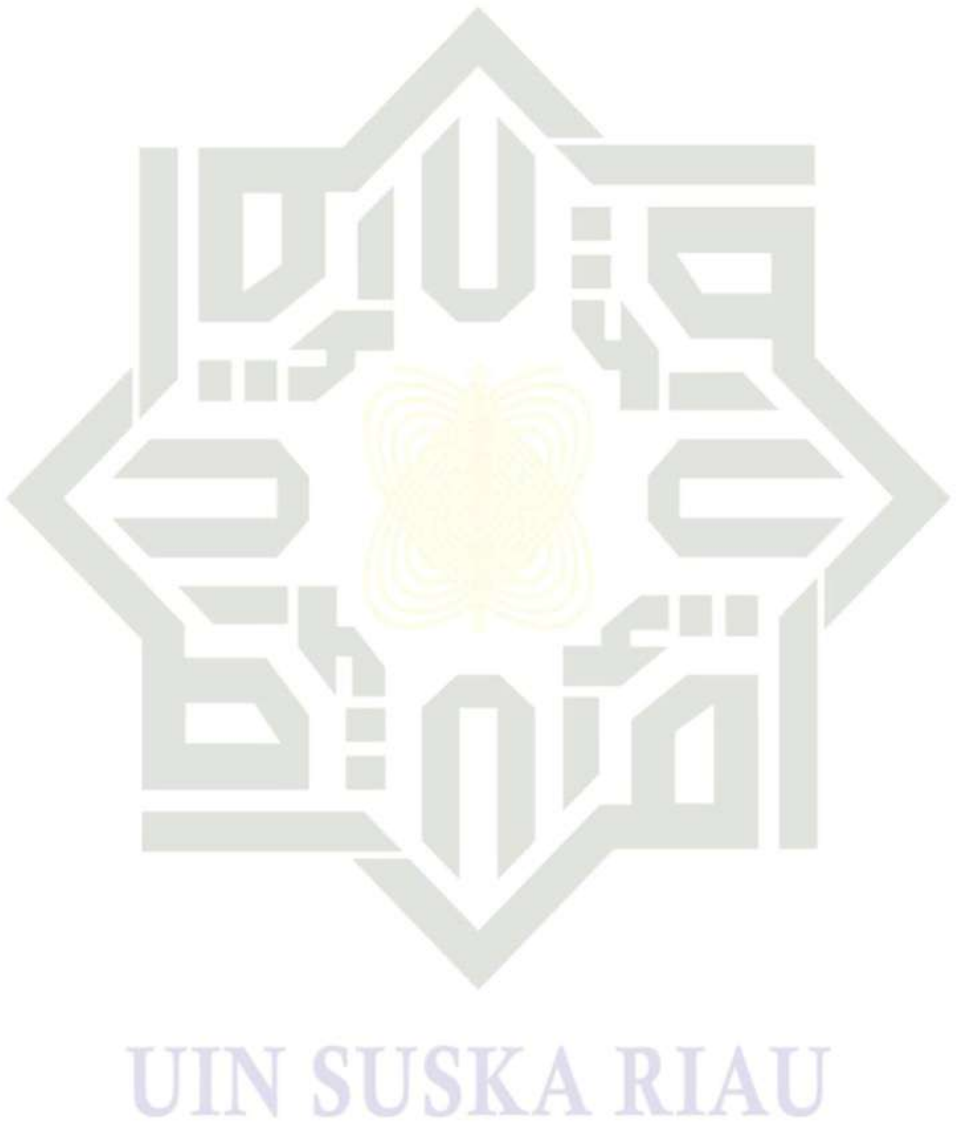
Penurunan lebih tampak terjadi pada subpopulasi perokok berat karena besarnya pengaruh denda. Semakin besar denda yang diberikan maka semakin cepat subpopulasi perokok berat berhenti merokok. Subpopulasi perokok berat juga mengalami penurunan, karena perokok berat juga mengalami kematian secara alami dan kematian karena rokok. Namun subpopulasi perokok berat selalu ada dalam populasi sehingga perokok berat masih dapat mempengaruhi subpopulasi perokok potensial dan mantan perokok untuk merokok kembali. Hal ini menunjukkan bahwa individu perokok tidak akan pernah hilang atau dengan kata lain individu perokok akan selalu ada dalam populasi.

Berbeda dengan subpopulasi perokok kadang-kadang dan perokok berat, subpopulasi mantan perokok mengalami peningkatan yang disebabkan besarnya denda sehingga subpopulasi perokok kadang-kadang dan perokok berat menjadi subpopulasi mantan perokok.

5.2 Saran

Penelitian ini membahas tentang model matematika jumlah perokok dengan dinamika akar kuadrat dan dengan adanya penerapan denda. Bagi pembaca yang tertarik dengan pembahasan ini dapat menambahkan beberapa asumsi, seperti interaksi antara perokok potensial dengan perokok berat atau individu yang telah

berhenti merokok dapat menjadi seorang individu perokok kembali, serta bias menggunakan metode lain dalam proses penyebarannya.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, Linda.J.S. “*An Introduction to Mathematical Biology*”. Pearson, Inggris. 2006.
- Aggraini, M.V. Miswanto, dan Fatmawati. “Analisis Model Matematika Jumlah Perokok dengan Dinamika Akar Kuadrat.” *Universitas Airlangga*. Vol.2, No.2, halaman 10-20. 2013.
- Braun, M. “*Differential Equations and Their Application*”. Department of Mathematics Queens College University New York, USA. 1983.
- Jami, Fitri Yessi., M. Subhan, dan R. Sriningsih. “Model Matematika Pencegahan Pertambahan Jumlah Perokok dengan Penerapan Denda,” *Universitas Negeri Padang*. 2013.
- Kreyszig, E. “*Advanced Engineering Mathematics*”. Edisi ke-10, halaman 1283. John Wiley & Sons. Inc, United States of America. 2011.
- Munir, R. “*Metode Numerik*”. Edisi Revisi, halaman 419. Informatika, Bandung. 2007.
- Soleh, Muhammad dan Deli Sazmita. “Model Matematika Jumlah Perokok Dengan Dinamika Akar Kuadrat dan Faktor Migrasi,” *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau*. 2017.
- Soleh, Muhammad dan Ifnur Haniva. “Model Matematika Jumlah Perokok Dengan Nonlinier Incidence Rate dan Penerapan Denda,” *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau*. 2016.
- Perko, L. “*Differential Equation and Dynamical System*,” Departement of mathematics Northem Arizona University Flagstaf, USA. 2001.
- Zeb, A., Zaman, Bibi F., dan Momani, S. “*Optimal Control Startegies In Square-Root Dynamics Of Smoking Model*,” Department of Mathematics, COMSATS Institute of Information Technology Abbottabad, Pakistan. 2015.
- <https://jogja.tribunnews.com/2018/04/17/perokok-aktif-di-indonesia-capai-60-juta-orang-70-persennya-warga-miskin-dan-anak-anak/21:20> 27/3/2019



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 24 Januari 1994 di Taluk Kuantan sebagai anak pertama dari enam bersaudara. Dari pasangan Bapak Alisman dan Ibu Rosniati. Penulis menyelesaikan pendidikan formal pada SDN 022 Kuantan Mudik, Kab. Kuantan Sengingi pada Tahun 2006. Kemudian pada Tahun 2009 menyelesaikan Pendidikan Menengah Pertama pada sekolah yang sama, yaitu di MTs TI Koto Lubuk Jambi dan menyelesaikan Pendidikan Menengah Atas di SMAN 1 Kuantan Mudik 2012. Satu tahun setelahnya, penulis melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Fakultas Sains dan Teknologi dengan Jurusan Matematika.

Pada Tahun 2016 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kabupaten Siak Kecamatan Tualang, Desa Tualang. Dan pada tahun 2018 penulis melaksanakan Kerja Praktek di CV.Bulan Bintang di Kabupaten Kampar dan membuat laporan kerja praktek dengan judul “Peramalan Luas panen Padi dan Jumlah Produksi Padi Di Provinsi Riau Tahun 2016-2020 menggunakan metode *Eksponential Smooting*.” yang dibimbing oleh Ibuk Irma Suryani, M.Sc dan Ibuk Ir Gusriani dari 28 Maret sampai 28 April 2016.

Pada tahun 2016, tepatnya tanggal Desember 2016 penulis dinyatakan lulus dalam ujian sarjana dengan judul tugas akhir “Model Matematika Jumlah Perokok dengan Dinamika Akar Kuadrat dan Faktor Migrasi” dibawah bimbingan Bapak Mohammad Sholeh, M.Sc.